

# GEOLOGÍA Y ESTRUCTURA DEL ARCO DE TAGANANA (TENERIFE, CANARIAS)

A. Hernández Pacheco<sup>1</sup> y J. A. Rodríguez Losada<sup>2</sup>

<sup>1</sup>. Dpto. de Petrología y Geoquímica. Fac. Ciencias Geológicas. Univ. Complutense de Madrid. 28040 Madrid.

<sup>2</sup>. Dpto. de Edafología y Geología. Fac. Biológicas. Univ. de La Laguna. 38206 La Laguna. Tenerife.

**Resumen:** En este trabajo se presenta la cartografía geológica del Arco de Taganana (localizado al N del macizo de Anaga, Tenerife) y se estudian sus características estructurales. Está formado por un complejo filoniano antiguo, que atraviesa a materiales de tipo aglomerático y de tipo masivo. Discordantemente y relacionados con diques y domos más recientes, se apoyan depósitos piroclásticos, coladas basálticas y aglomerados sálicos. La edad mínima de los materiales más antiguos se sitúa en torno al Mioceno medio-superior, aunque podrían ser anteriores al Mioceno medio. Los diques más recientes, son tanto de composición basáltica como de composición sálico-intermedia. Los basálticos presentan una dirección dominante E-W, verticales y los diques sálico-intermedios una orientación entre N70°-N80°E, subverticales. El complejo filoniano más antiguo muestra en conjunto una orientación NE-SW (entre N40°-N60°E), con buzamientos de 60°-80° al SE. Sobre la base de la observación de las deformaciones de los diques en el campo y la existencia de brechas miloníticas, se propone un basculamiento pre-Serie I Media del conjunto de diques más antiguos, por arrastre debido a una fractura mayor supuestamente localizada al N de Anaga, para explicar el actual buzamiento al SE del complejo filoniano antiguo.

**Palabras clave:** Arco de Taganana, cartografía geológica, Anaga, Mioceno, diques, Complejo filoniano antiguo, Canarias.

**Abstract:** The geological map and the structural features of the «Arco de Taganana» (Northern Anaga, Tenerife) are the main subjects of this paper. It is formed by an old dyke-swarm which cut breccias and massive materials. Separated by an unconformity and overlying these rocks, there are pyroclastic deposits of basaltic composition, basaltic lava flows and salic breccias, all related to the emplacement of younger dykes and salic domes. New K-Ar data indicate an approximate mid.-upper Miocene age. This age must be considered as a minimum value because according to other prior data, the age of the «Arco de Taganana» could be older than mid. Miocene. Measurements from the younger dyke-swarm indicate a dominant N70°-N80°E strike, with vertical dip, for the most abundant salic dikes and an E-W strike for the basaltic ones. The old dyke-swarm shows a main strike comprised between N40° to N60°E, with a 60° to 80° SE dip. Most of dykes are formed by basalts while the salic ones present ENE-WSW trends. Normal faults as well as breccia dykes («ghost dykes») are numerous. From these observations a mechanism to explain the structural features of the oldest dyke-swarm is considered here. It is proposed that the activity of a major fault, possibly located to the North of Taganana margin area, was the origin of the actual dip of the old dyke-swarm by a mechanism of dragging and rotating the northern side of the Anaga block before the setting of the middle Series I.

**Key words:** Geological map, Arco de Taganana, Anaga, Miocene, dyke-swarm, Canary Islands.

Hernández-Pacheco, A. y Rodríguez-Losada, J.A.: Geología y estructura del Arco de Taganana (Tenerife, Canarias). *Rev. Soc. Geol. España*, 9 (3-4):169-181.

La mayoría de los autores que han tratado la geología de Tenerife siempre han considerado los macizos de Anaga, Teno y Roque del Conde como las zonas de los afloramientos más antiguos de la isla (Fritsch y Reiss, 1868; Hausen, 1956; Fúster *et al.*, 1968; Carracedo, 1975; García Talavera, 1976; Bravo y Hernández-Pacheco, 1980). Estas áreas, formadas fundamentalmente por emisiones basálticas de edad mioceno-pleistocena, figuran en la cartografía y bibliografía bajo la denominación general de Series

Antiguas I y II o Serie Inferior, Media y Superior (Fúster *et al.*, 1968; Araña *et al.*, 1979; Ancochea *et al.*, 1990). Las subdivisiones corresponden a los tramos o episodios volcanoestratigráficos en que los distintos autores las han separado a partir de variaciones en sus materiales y/o de las discordancias más o menos importantes que en ellas existen. Para dichos autores, el área N del macizo de Anaga, conocida como Arco de Taganana (Carracedo, 1979; Bravo y Hernández-Pacheco, 1980), es la zona de

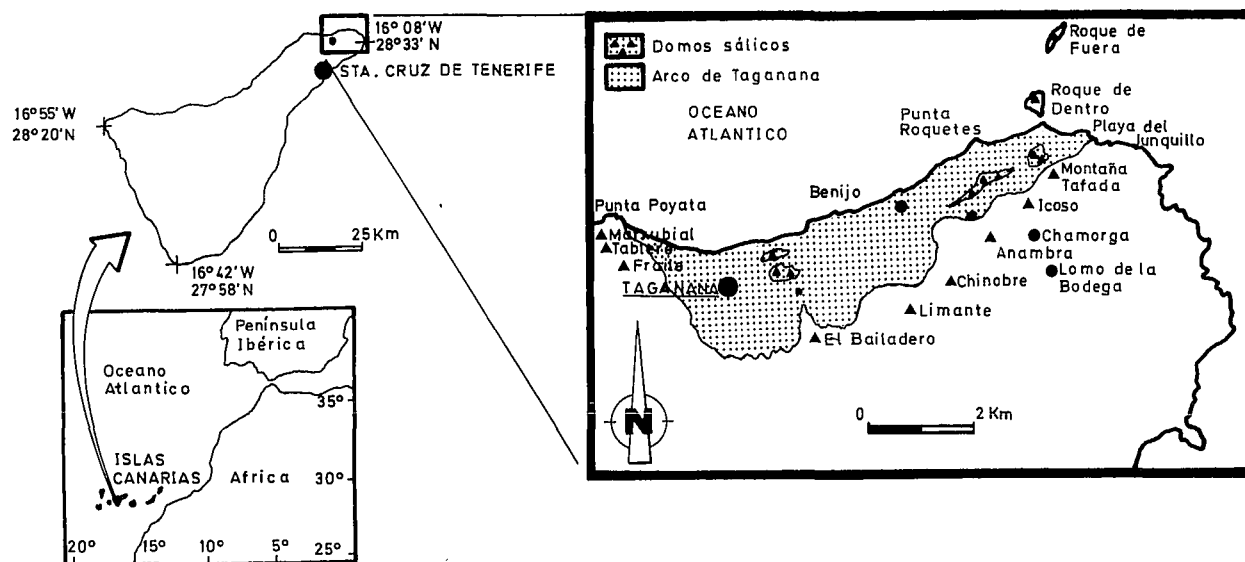


Figura 1.- Situación geográfica del Arco de Taganana.

afloramiento de los materiales más antiguos de la isla de Tenerife.

Los objetivos fundamentales de este trabajo consisten en presentar la cartografía geológica del Arco de Taganana definir sus rasgos estructurales mediante el análisis estadístico de la orientación de los diques y así, poder establecer una hipótesis que pueda explicar la actual disposición de los mismos y analizar la posible relación del Arco con otras áreas análogas en el ámbito del Archipiélago canario.

### Características generales

El área denominada por Bravo y Hernández-Pacheco (1980) Arco de Taganana, queda situado al N del macizo de Anaga (Fig. 1). Sus límites visibles coinciden con la línea de costa por el N, mientras que por el S está limitado por una ruptura de pendiente de la línea de cumbres del macizo. La alineación de cumbres está formada fundamentalmente por los roques de Marrubial, del Tablero y el Fraile hacia el WSW, Bailadero por el S y el pico Limante, Chinobre, roques de Anambra, Icoso y Montaña Tafada al ENE. En sus extremos, termina en la misma costa hacia Punta Poyata al W y playa del Junquillo al E. Ya en dominio marino y hasta una distancia de unos 5 km al N, se extiende una plataforma submarina que no supera los 100 m de profundidad, en la que, presumiblemente, existen materiales similares a los que afloran en los niveles inferiores del Arco de Taganana, ya que éstos se encuentran visibles en algunos islotes frente a la costa. Dicha plataforma termina bruscamente a la distancia indicada de 5 km, a partir de la cual los fondos marinos descienden hasta profundidades superiores a los 1000 m.

El Arco de Taganana destaca, desde el punto de vista morfológico, por la existencia de fuertes pendientes (en general superiores a los 30°), abarrancadas y cubiertas por depósitos de pie de monte en grandes extensiones (Fig.

2). La línea de costa es acantilada y aparece localmente interrumpida por pequeñas playas de cantos rodados o de arena, como las de Almáciga y Benijo, en la mitad oriental. Es característica también la existencia de domos fonolíticos, que destacan en el paisaje bajo la denominación de Roques (Fig. 3).

Por todo ello, el Arco de Taganana constituye un área geográfica muy concreta, claramente definida por los límites expuestos. Dentro del mismo afloran la mayor parte de los materiales de la Serie I inferior (Araña *et al.*, 1979; Ancochea *et al.*, 1990), tanto en forma de diques, que constituyen el denominado en este trabajo "complejo filoniano antiguo", como en forma de materiales aglomeráticos o brechoides que en su mayor parte representan la roca encajante. Así mismo, el Arco de Taganana es a su vez zona de afloramiento de materiales ligados a las Series I media y superior, parte de los cuales aparecen en

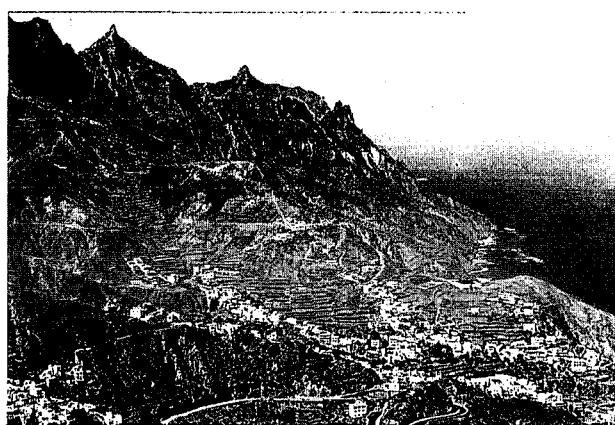
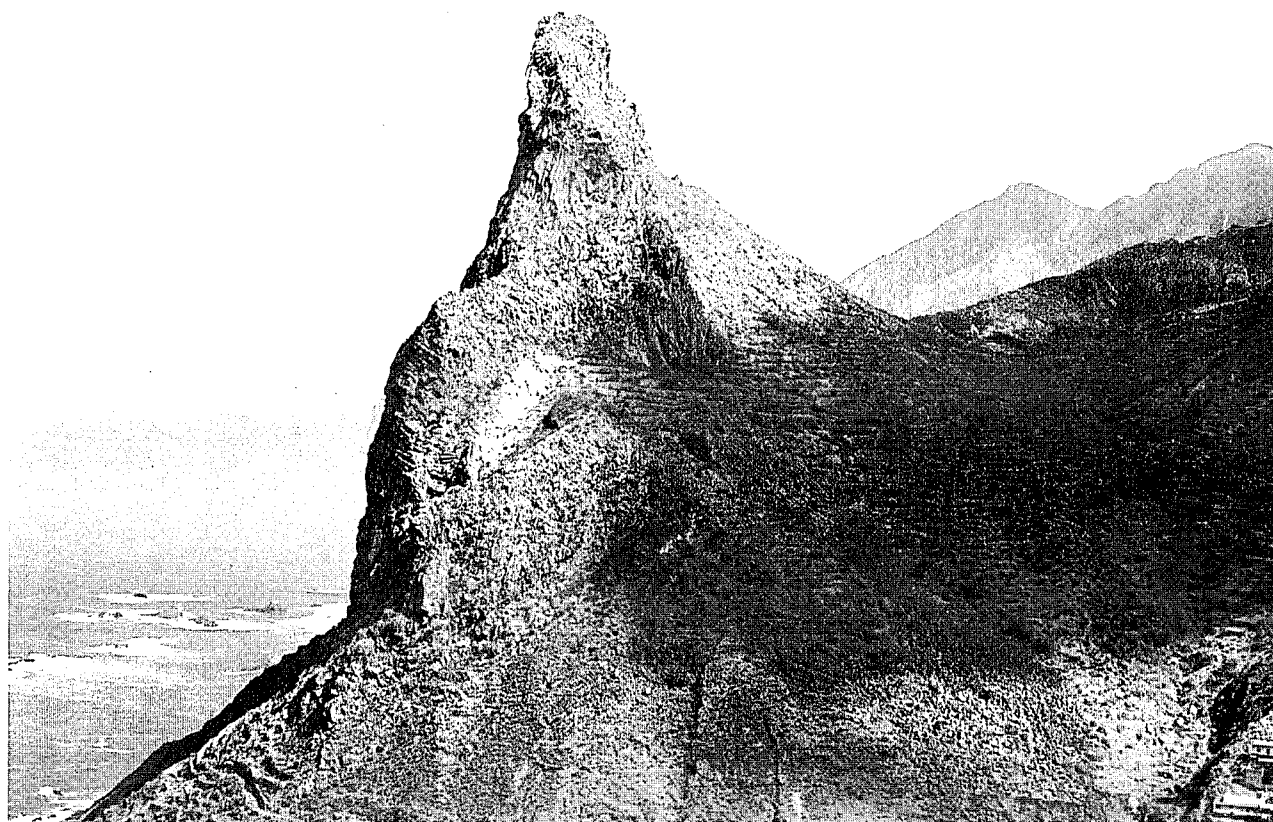


Figura 2.- Vista parcial del sector occidental del Arco de Taganana. En primer término, aparece el pueblo de Taganana y, al fondo, la línea de cumbres, definida, de izquierda a derecha, por los roques de El Fraile, Tablero y Marrubial, para terminar en el último resalte costero de la Punta de Poyata.



**Figura 3.-** Vista, desde el pueblo de Taganana y hacia el ENE, de una de las extrusiones sálicas (Roque de Las Animas), que afloran en forma de domo, en el Arco de Taganana. Altitud aproximada del domo: 380 m.

forma de domos sálicos (de la Fuente Krauss, 1984) y diques. Estos últimos, que son tanto de composición basáltica como traquítica o fonolítica, se denominan en este trabajo "diques recientes" y suelen resaltar claramente en el relieve, muy al contrario que los diques del complejo filoniano antiguo, mucho más enmascarados y para cuya diferenciación resulta necesaria una observación más detallada.

#### **Dataciones previas y relación con otras zonas similares en el ámbito canario**

Actualmente existen datos que permiten establecer una estimación aproximada de la edad de los materiales del Arco de Taganana, aunque todavía existe cierta imprecisión, debido a la dificultad de encontrar muestras adecuadas para datación. Esto es especialmente notable en las zonas más profundas del Arco, donde las rocas están intensamente alteradas.

Abdel-Monem *et al.* (1972) dataron un basalto olivínico-augítico de las laderas N de Anaga dando una edad de  $15,68 \pm 1,6$  Ma. Dado que el único dato que dan los autores sobre su localización es que esta muestra fué tomada en la carretera sobre el pueblo de Taganana y que bien podría no ser el representante más antiguo de los afloramientos del Arco, lo que se puede afirmar respecto al mismo es que los materiales más antiguos

deben tener una edad en torno al Mioceno medio o incluso inferior.

Los datos de Carracedo (1975) no resultan significativos en lo referente a la edad de los materiales más antiguos del Arco. Este autor considera, de acuerdo con lo que se desprende del anterior trabajo, que la edad debe ser mayor de 15,7 Ma. Sin embargo, señala una edad radiométrica de  $4,86 \pm 0,06$  Ma para uno de los domos fonolíticos que, al ser intrusivos en los materiales más antiguos, marcarían una edad mínima para los mismos.

Más recientemente, Féraud (1981) data diques del macizo de Anaga. Por sus datos de situación, todos ellos pertenecen a rocas de las Series Antiguas y sus edades (entre 5,79 y 3,63 Ma) resultan más recientes que las de Abdel-Monem *et al.* (1972).

Ancochea *et al.* (1990) datan una intrusión sienítica de la zona de Benijo, situada en los niveles más profundos del Arco, en  $5,7 \pm 0,2$  Ma. Esta edad debe ser considerada con cierta precaución dado que la roca datada se encuentra intensamente afectada por intrusiones filonianas que podrían hacer variar, por efecto de las altas temperaturas, los valores obtenidos. Por esta razón, dicha edad definiría la antigüedad mínima para estas intrusiones.

En resumen, todos estos datos limitan la edad mínima de los materiales más antiguos del Arco de Tagana-

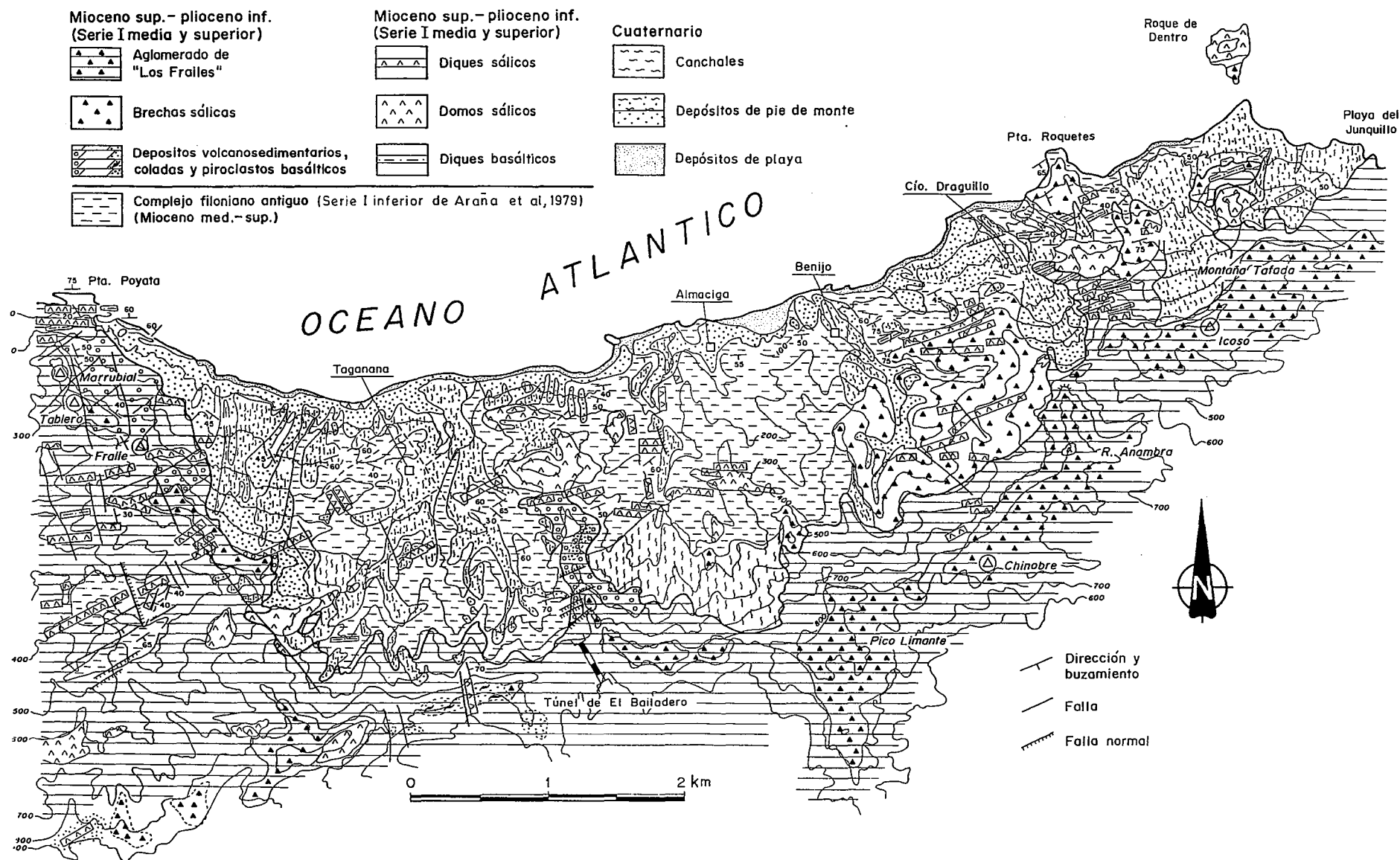


Figura 4.- Cartografía geológica del Arco de Taganana. Las edades están basadas en los datos de Ancochea *et al.* (1990).

na, apuntando a una edad Mioceno medio, sin descartarse como posible una antigüedad mayor.

En lo referente a la similitud del Arco con otras áreas del ámbito canario, Bravo y Hernández-Pacheco (1980) consideran que en esta zona aparece un sustrato de las Series Antiguas asimilable a los denominados Complejos Basales de La Palma, La Gomera y Fuerteventura. Este sustrato estaría formado por mallas filonianas muy tupidas con facies locales de rocas granudas (sienitas y gabros alcalinos) que intruyen en materiales brechoides, a veces de carácter volcánico submarino que, en ocasiones, están recristalizados y metasomatizados.

A nivel insular, la mayor parte de los materiales del Arco ocupan la base de las Series Antiguas de Anaga, por lo que, en el conjunto de las grandes unidades volcanoestratigráficas del Archipiélago, estarían situados entre estas Series y los Complejos Basales. La forma de afloramiento, sobre todo del complejo filoniano antiguo, lo hacen asimilable, por una parte, a los niveles más altos de dichos Complejos Basales: mallas filonianas extraordinariamente densas, existencia de materiales encajantes en donde aparecen rocas volcánicas submarinas con intensos fenómenos de alteración hidrotermal (tanto de éstas como de los diques), aparición de rocas con textura granuda y gran proporción de depósitos volcánicos de tipo aglomerático. Por todo ello, su adscripción estratigráfica dentro de la volcanoestratigrafía de las islas correspondería a un posible techo de los Complejos Basales y cuyo representante sería la unidad de Brechas y Aglomerados descrita para La Palma en la Caldera de Taburiente (de la Nuez, 1984). Por otra parte, la naturaleza predominantemente sálica de algunos afloramientos locales, situados sobre todo en los niveles más inferiores, tanto en lo que se refiere al material encajante como a los diques, hace pensar en una semejanza de dichos niveles con el Complejo Traquítico-Fonolítico de la Gomera (Bravo, 1964; Cendrero, 1971; Rodríguez-Losada, 1988), el cual forma parte de un entorno geológico al que, por razones morfológicas, Cendrero (1971) denominó Arco de Vallehermoso.

Fuera de las Islas Canarias, pero en el mismo ámbito geodinámico, existen áreas con características similares, más próximas a Tenerife que las islas de Fuerteventura y Lanzarote, como los afloramientos de «basamento» de las Islas Salvajes, situadas a unos 160 km al N de las costas de Anaga, con una edad correspondiente al Mioceno inferior-Oligoceno (Joksimovitsch, 1910; Gagel, 1911; Jeremine, 1950, 1951; Bravo y Coello, 1978). En otras zonas del mundo, destacan, por la similitud que presentan con el Arco de Taganana, los afloramientos del complejo filoniano de Koolau, en la isla de Oahu (Hawái), de edad Plioceno superior (Doell y Dalrymple, 1973; Walker, 1987) y la caldera del mismo nombre, cuya génesis es ampliamente discutida por Walker (1988).

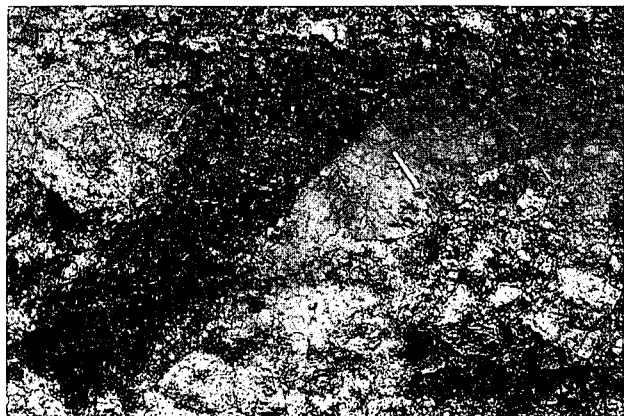
## Unidades fundamentales del Arco de Taganana

La distribución geográfica de las grandes unidades presentes en el Arco de Taganana, aparece detallada en la cartografía geológica que se presenta en este trabajo (Fig. 4). Están formadas por un conjunto de materiales volcánicos y subvolcánicos de las series alcalinas, abarcando desde términos basálticos hasta términos fonolíticos. Hay que indicar que dicha cartografía no coincide en sus límites cartográficos ni responde a la descripción geológica que se indica en la última cartografía existente de la zona (Araña *et al.*, 1979).

A nivel general, ya ha quedado establecida la existencia de una gran unidad, situada en el nivel estratigráfico inferior que los autores anteriores denominan Serie I inferior y cuya edad se sitúa alrededor del Mioceno medio. En el mapa geológico (Fig. 4) se representa como una unidad uniforme, ya que los distintos materiales, como diques, roca encajante u otros detalles descritos a continuación no son cartografiables a la escala del mismo.

Sobre esta unidad inferior y discordantemente, se sitúa otra de las grandes unidades que Araña *et al.* (1979) identifican como Serie I superior, de edad Mioceno superior-Plioceno inferior, que aflora en el entorno periférico del Arco. Con dicha unidad, se relacionan genéticamente los domos sálicos y el conjunto de diques sálicos, intermedios y básicos, aquí denominados diques recientes. También es característica la existencia de unas emisiones tabulares sálicas de gran espesor, que aparecen muy extendidas por las áreas más elevadas. Dichas emisiones son de naturaleza aglomerática y aparecen definidas como Aglomerado de Los Frailes, debido a que están bien representadas en la zona de Los Frailes, conjunto de cumbres muy abruptas y bien visibles en el paisaje que incluyen algunos roques como los de Marrubial, Tablero o El Fraile. Esta unidad superior, aunque aflora dentro de los límites geográficos del Arco de Taganana, también se extiende por una gran parte del macizo de Anaga. En la cartografía se han representado los afloramientos de esta unidad superior geográficamente más próximos al entorno de la unidad inferior, y en la cual se centra una gran parte de este trabajo. Así mismo, se han cartografiado los domos y algunos de los diques recientes más visibles en el paisaje. Algunos de estos últimos pasan, sin solución de continuidad, a cuerpos intrusivos ya individualizados (domos o diques-domo). Tal y como ya se ha señalado anteriormente, el estudio estructural de estos diques, mucho menos numerosos, se realizó separadamente a los del complejo filoniano antiguo, englobándolos dentro del conjunto de diques recientes.

Formando parte de las rocas más antiguas, aparecen brechas y aglomerados muy heterogéneos, que muestran grandes variaciones laterales y que en muchos casos presentan en los niveles inferiores huellas de haber sufrido fenómenos incipientes de refusión, transformaciones metasomáticas en mayor o menor grado y recristalización. En general, muestran caracteres subaé-



**Figura 5.-** Dique deformado y brechificado (dique fantasma). Final de la pista que conduce desde Benijo hasta el caserío del Draguillo.

reos y una pequeña parte de los mismos son de génesis submarina. En ellos existen con frecuencia fragmentos de gabros, sienitas y sienitas nefelínicas.

Todo el conjunto, muy variable en las distintas zonas del Arco, está atravesado por el complejo filoniano antiguo. Como cobertera, existen amplias áreas con depósitos de pie de monte, de los que a veces sobresalen algunos diques recientes.

El Arco de Taganana tiene además unos rasgos estructurales propios dentro del macizo de Anaga. Ello se debe no sólo a la intensa intrusión filoniana del complejo antiguo, sino que al tener ésta direcciones predominantemente E-W y ENE-WSW, subverticales o buzando al S, destaca claramente del resto de las Series Antiguas de Anaga que se disponen subhorizontalmente, con un cierto buzamiento hacia el N. La separación entre la unidad más antigua del Arco con el resto de las unidades suprayacentes está definida por una discordancia que no es claramente observable, debido a la cobertera vegetal. Parece, en algunos casos, existir un tránsito gradual aunque rápido de una a otra y en otros casos. La unidad inferior termina bruscamente en los paredones verticales de materiales sálicos o basálticos pertenecientes a las Series Antiguas media o superior.

Debido a los intensos procesos de intrusión filoniana y movimientos tectónicos, se aprecia en el Arco de Taganana una notable distorsión de las estructuras y rocas. Así, se observa frecuentemente una intensa brechificación de diques (Fig. 5), que da lugar a la formación de los denominados «diques fantasma». Muchos de los materiales brechoides intercalados en agrupaciones de diques parecen tener su origen en la trituración, removilización y total enmascaramiento de la estructura de los diques a favor de planos de fractura. La frecuente deformación y brechificación de los diques y la existencia de materiales milonitizados en los escollos y acantilados entre Benijo y punta de los Roquetes hacen pensar que debieron tener lugar intensos esfuerzos de cizalla en la zona. Resulta lógico pensar que dichos esfuerzos afectaron a los materiales como resultado de la actividad de una fractura mayor, no visible, y que, con una orientación groseramente paralela a la costa actual,



**Figura 6.-** Vista desde Taganana de las cumbres de Marrubial y El Tablero. Al pie de las mismas (parte superior izquierda), se observa uno de los potentes diques recientes que, en este caso, aparece flexionado y fracturado. En primer término, diques del complejo filoniano antiguo, buzando al SE (parte izquierda de la fotografía).

provocó el hundimiento de un edificio o estructura volcánica que se extendió al N de la actual costa del Arco de Taganana y cuyos restos están actualmente sumergidos. En este sentido, no sería descartable que dicha estructura volcánica evolucionase como una caldera, de la cual, debido a sucesivos colapsos y deslizamientos gravitacionales hacia el N, sólo se conserva un pequeño sector meridional, que es el que constituye el actual Arco de Taganana. Así mismo, el complejo filoniano antiguo, representaría las raíces de la antigua estructura calderiforme, hoy puestas de manifiesto gracias al profundo nivel de erosión.

La idea de la existencia de un gran edificio al N de las costas de Anaga, hoy desaparecido, ya fué anteriormente indicada por García Talavera (1976), debido a la existencia de la plataforma submarina que se extiende varios kilómetros al N y que es una circunstancia inusual en el litoral canario.

Aparte de todo lo anterior, Masson *et al.* (1992) ya señalan la existencia de grandes volúmenes de depósitos submarinos de avalancha al N de las costas de Tene-

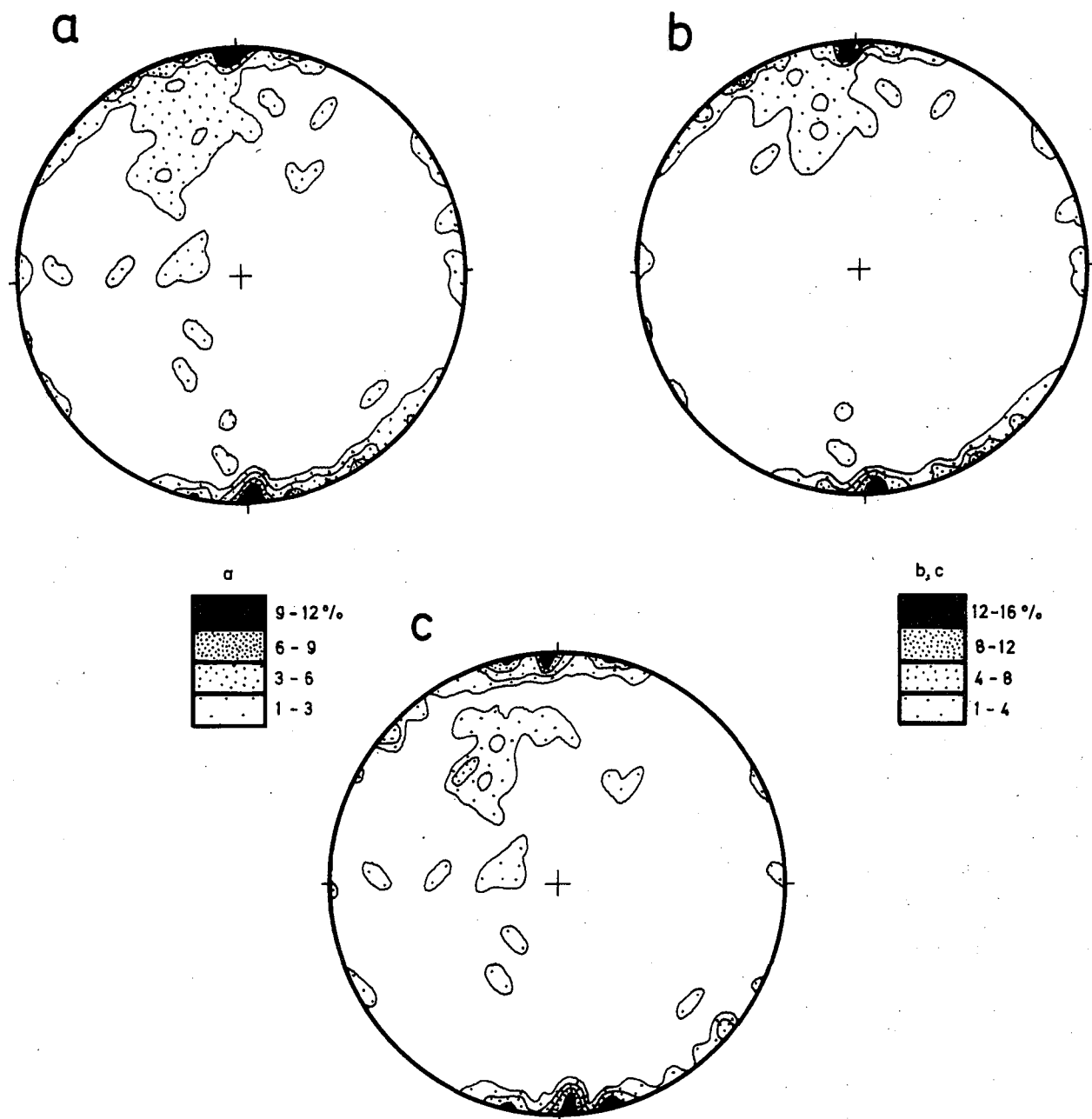


Figura 7.- Diagramas de orientación de los diques asociados a la serie antigua (Serie I media y superior). a) Del total de los diques medidos (176). b) De los diques de composición traquítico-fonolítica e intermedia (106). c) De los diques de composición basáltica (70). Proyección Schmidt, hemisferio inferior.

rife, lo que apoyaría la idea de que grandes edificios volcánicos, formados a lo largo de la historia geológica de la isla y posteriormente total o parcialmente erosionados, forman hoy parte de dichos depósitos de avalancha. Entre otros, este es el caso del edificio pre-Arco de Taganana, cuyas zonas de afloramiento actuales, constituyen el objeto de este trabajo.

#### Estudio estadístico de los diques

##### *Diques recientes*

Se asocian a los basaltos e intrusiones sálicas de la Serie Antigua media o superior y su composición varía desde basáltica hasta fonolítica, pasando por tipos in-

termedios. Algunos de estos diques están asociados a las estructuras en forma de domo, las cuales han sido objeto de estudios previos (de la Fuente Krauss, 1984; Hernán *et al.*, 1988; Hernández-Pacheco *et al.*, 1990). Estos diques presentan un buen estado de conservación y suelen ser fácilmente visibles en el paisaje (Fig. 6). En la figura 7a, aparecen proyectadas las direcciones y buzamientos de un total de 176 de estos diques. De la observación del estereograma se deduce que estadísticamente domina una dirección N70° -N80°E, con buzamientos verticales o subverticales. Se observa una cierta dispersión que varía entre los N45° y N120°E. Del total de 176 medidas efectuadas, 106 corresponden a diques fonolíticos y a diques de composición interme-



dia (Fig. 7b), observándose que, en general, su orientación es similar a la del estereograma total, tanto en los máximos como en las áreas dispersas. 70 medidas corresponden a diques basálticos en los que, si bien se aprecia una dispersión similar al caso anterior, las áreas de máxima frecuencia tienden a mostrar una dirección predominantemente E-W, con buzamientos también en torno a la vertical (Fig. 7c). En los tres estereogramas, aunque de forma más marcada en el de los diques basálticos, se observa una concentración de polos aproximadamente N45°-N60°E/40°-50° SE. La presencia de esta última concentración predominante puede atribuirse al hecho de que un cierto número de diques medidos pueden ser de pertenencia incierta al conjunto de diques definido como más reciente. De todo ello, se deduce un predominio de diques sálico-intermedios verticales o subverticales con una dirección predominantemente E-W y ENE-WSW. Es frecuente, tanto en los diques basálticos como en los diques sálicos, la presencia de enclaves gabroides y sieníticas.

### *El Complejo Filoniano Antiguo*

Los diques de este complejo presentan, tal y como se mencionó previamente, importantes procesos de distorsión, flexión, fracturación, brechificación y alteración intensa, lo que representa siempre un inconveniente a la hora del muestreo y de la determinación de las orientaciones (Fig. 8). No obstante, se ha realizado un análisis representativo basado en la medida de 918 diques, de los cuales 182 son sálicos. En general, la densidad intrusiva de esta primera generación de diques es notablemente mayor que la anterior, llegando a desaparecer la roca encajante y a encontrarse intrusiones de tipo «dique sobre dique».

Los diques basálticos presentan una gran variedad textural desde tipos afaníticos hasta basaltos augítico-olivínicos con textura porfídica y matriz microcristalina o vítreo. Los cristales de olivino suelen aparecer total o parcialmente transformados a iddingsita. Son relativamente frecuentes los basaltos ricos en anfibol (hornblenda) y plagioclasa. Los diques traquíticos o fonolíticos presentan textura porfídica, con fenocristales que, mayoritariamente, son de feldespatos alcalinos (anortoclasa). Estos fenocristales aparecen intensamente anubarrados. En las fonolitas, el feldespatoide fundamental es la nefelina de la cual, sólo se conserva la forma de los microcristales. En general, tanto los diques como el material encajante, han sufrido procesos de cloritización, epidotización, formación de iddingsita y cristalización secundaria de carbonatos y ceolitas a favor de microfracturas o como pseudomorfos de otros minerales primarios.

Con el fin de realizar una estimación lo más exacta posible de dicha densidad intrusiva, se ha contabilizado la distribución longitudinal de diques sálicos y básicos, así como de diques y material encajante. Se han estudiado dos secciones, una de carretera (tramo inferior de la carretera de Taganana al túnel bajo el Bailadero) y otra en la pista que recorre el barranco situado al W de Almaciga. Las proporciones para el tramo de carretera son las si-

guientes: 12% de diques sálicos y 88% de diques básicos, mientras que la proporción de diques y roca de caja es de 96% de diques y 4% de roca de caja. En el tramo de pista se encuentran valores análogos: 10% de diques sálicos y 90% de diques básicos, y unas proporciones de diques y roca encajante de 88% de diques y 12% de roca de caja. Valores similares parecen mantenerse en todo el conjunto del área estudiada y, aunque estas estimaciones son longitudinales, dan idea de como la mayor proporción corresponde a los diques de composición básica. En muchos puntos se observa un material encajante de tipo aglomerático aunque de génesis incierta, pues no queda claro si el mismo tiene un origen volcanosedimentario, o asociado a actividad volcánica explosiva o bien como resultado de una intensa brechificación y removilización de diques anteriores, hecho este último bastante frecuente en el área considerada.

En algunos sectores se observa, como encajante, materiales masivos de naturaleza ankaramítica con fenómenos locales de brechificación. A pesar de que la mayor proporción de diques corresponde, globalmente, a los de naturalezas basáltica, en algunas zonas concretas (sectores de la costa próximos al caserío de Benijo), predominan los diques de naturaleza sálica, debido a episodios intrusivos alcalinos sobre un material encajante también de naturaleza basáltica.

El tratamiento estadístico del complejo filoniano antiguo queda reflejado en la figura 9, donde están representados por separado los diques básicos (a) y los diques sálicos (b).

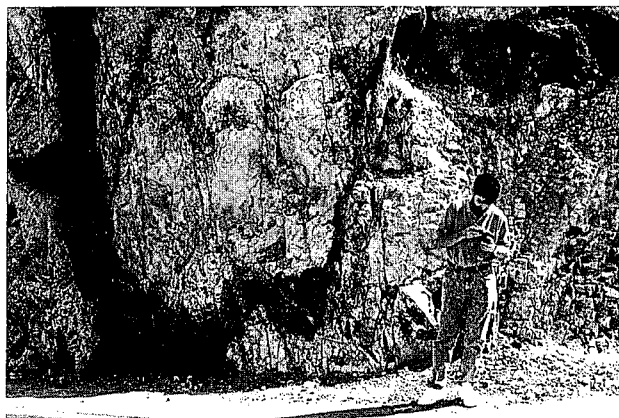
En conjunto se observa una marcada dirección N40°-60°E y un buzamiento de 60°-80° al SE. El conjunto de diques sálicos muestra una orientación similar, aunque la dirección parece algo rotada al ENE-WSW. Con una dirección similar aparece un máximo relativo en la proyección, correspondiente a diques con grandes buzamientos hacia el NW. Esto último se puede atribuir a la flexión de los diques o a que un pequeño porcentaje de los diques considerados dentro del complejo filoniano antiguo pertenecían al conjunto de los diques recientes; conjunto en el que son frecuentes los fuertes buzamientos hacia el N.

En conclusión, por su orientación pueden diferenciarse dos grupos de diques: unos verticales o subverticales, de dirección E-W o ENE-WSW (que corresponden a los diques recientes) y otros de dirección NE-SW, con buzamientos de 60°-70° al SE (del complejo filoniano antiguo).

### **Discusión y conclusiones**

El Arco de Taganana está formado por materiales intrusivos y extrusivos alcalinos, con términos que van desde basaltos a fonolitas. La unidad superior aquí estudiada correspondería a los dos últimos ciclos definidos por Araña *et al.* (1979), cuya edad se estima del Mioceno superior al Plioceno inferior. La unidad inferior, más antigua, equivale a la definida anteriormente por dichos autores como la unidad más baja de las Series Antiguas y cuya edad mínima es Mioceno medio-superior,





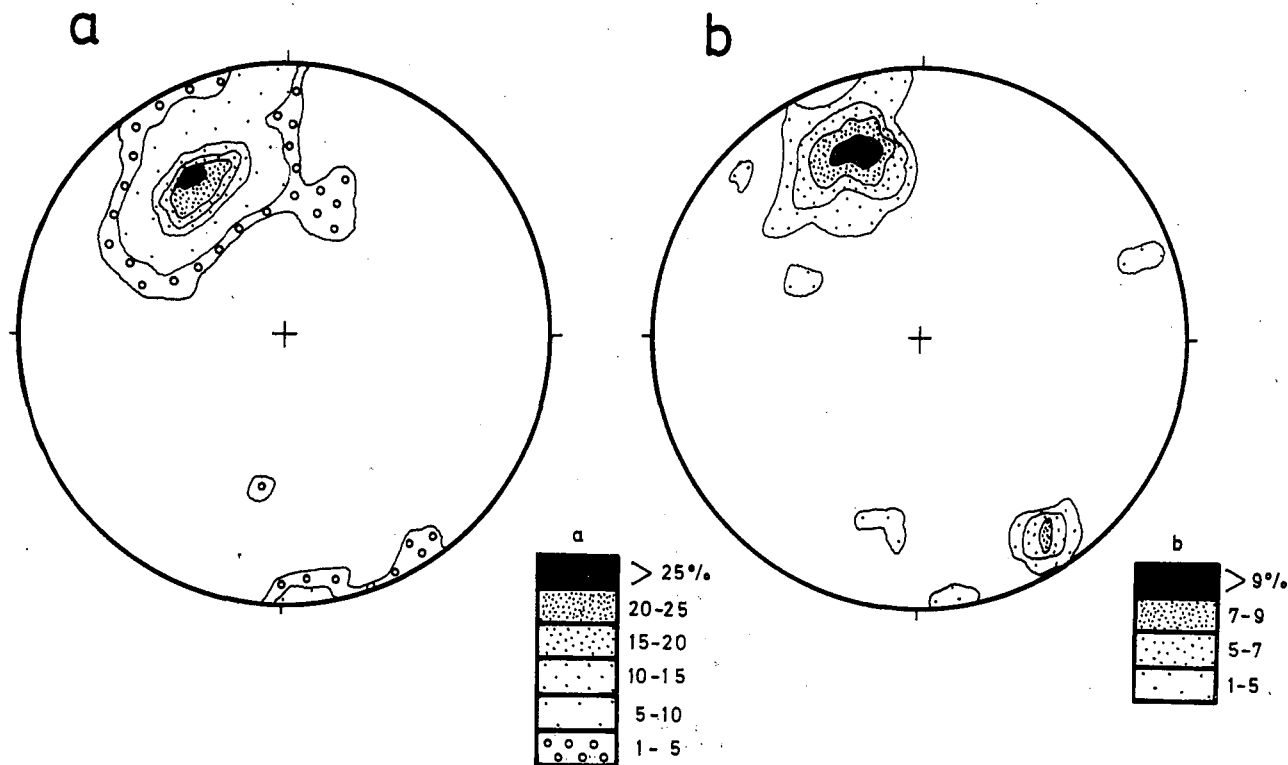
**Figura 8.-** Dique basáltico del complejo filoniano antiguo, totalmente brechificado y afectado por una falla normal (centro de la fotografía) de unos dos metros de salto vertical. A la izquierda, es visible otro dique basáltico posterior y subvertical, intruyendo a través de un encajante (tonos claros), cuyo aspecto es el resultado de la alteración de materiales traquítico-fonolíticos. Foto tomada a 500 m del túnel de El Bailadero, por la carretera que va desde dicho túnel hasta el pueblo de Taganana.

aunque según otros datos a considerar (Abdel-Monem *et al.*, 1972) podría llegar al Mioceno medio-inferior.

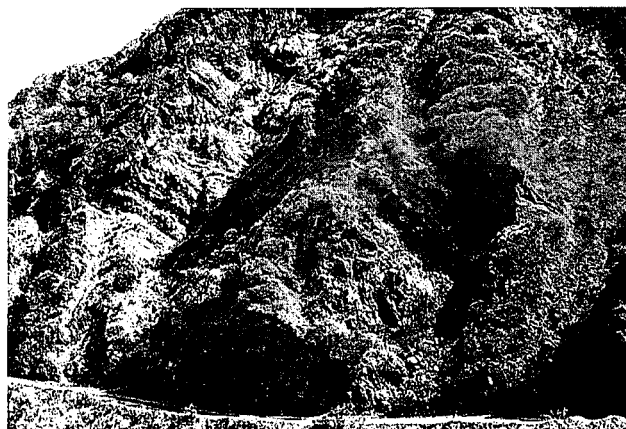
En la cartografía presentada se observan pequeños afloramientos aislados de la unidad más antigua del Arco (zona del barranco de Afur), sobre los cuales se apoyan discordantemente las unidades superiores. Se propone la existencia de una superficie de discordancia

separando el complejo filoniano antiguo de la unidad superior (diques basálticos, intermedios, sálicos, coladas de la serie I y domos sálicos de la misma serie). Dicha discordancia, acompañada de un paleorrelieve, descendería hacia el SE, por debajo de las unidades superiores de la serie I. Esta interpretación está apoyada por la existencia de nacientes de agua debidos a la impermeabilización por alteración de los materiales situados por debajo de la discordancia y que actúan como barrera para la circulación vertical del agua de infiltración. Esto explica que la captación de aguas, bien en forma de galerías o de pozos, haya tenido lugar mayoritariamente en la vertiente sur del macizo de Anaga.

El buzamiento constante hacia el SE del conjunto filoniano más antiguo (Fig. 10) hace pensar que un importante accidente tectónico ha originado el basculamiento de esta unidad; el proceso debió tener lugar antes de la intrusión de los diques y unidades posteriores, es decir, hacia el Mioceno superior. García Talavera (1976) propone que la inclinación hacia el NW del complejo filoniano antiguo podría ser debido a un deslizamiento de grandes masas de materiales hacia el mar. Debido a que los materiales aparecen intensamente tectonizados, parece claro que movimientos tectónicos de cierta importancia han afectado al complejo filoniano más antiguo, modificando su disposición original presumiblemente vertical o subvertical. Dada la gran cantidad de flexiones observadas en los diques, provocadas por arrastre a favor de fallas, se puede afirmar que la actual disposición de la primera generación de di-



**Figura 9.-** Diagrama de orientación del complejo filoniano antiguo. a) Del total de los diques medidos (918). b) De los diques de composición traquítica o fonolítica (182). Proyección Schmidt, hemisferio inferior.



**Figura 10.-** Aspecto de campo del complejo filoniano antiguo. En la mitad izquierda, son visibles una serie de diques basálticos, flexionados y fracturados que, con buzamiento hacia el N, intruyen a través del complejo filoniano antiguo, cuyos diques presentan buzamiento hacia el S. Pista del caserío de Benijo al del Draguillo, a 500 m de este último.

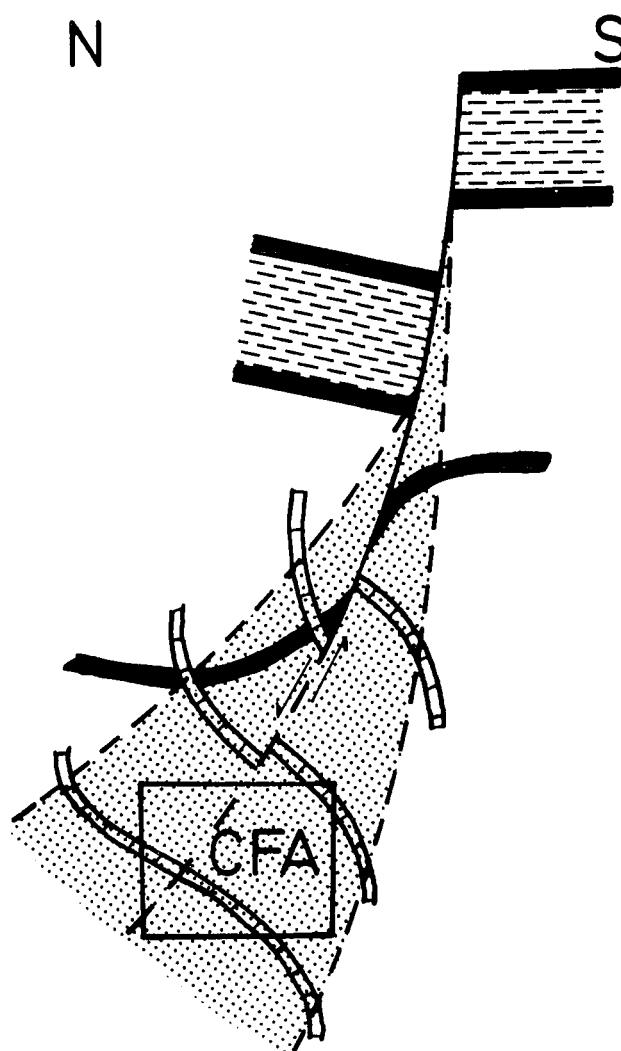
ques (complejo antiguo) se debe a un basculamiento por arrastre. Dicho basculamiento estaría asociado a una gran fractura localizada al norte de Anaga y que, según un mecanismo de falla normal (Fig. 11), produjo el hundimiento y desaparición del resto de un gran edificio volcánico extendido al N de la actual costa de Anaga. En el entorno de dicha fractura, se generó una amplia zona de cizalla que afectó al complejo filoniano antiguo y rocas encajantes, los cuales se deformaron en condiciones próximas a la transición frágil-dúctil inclinándose al N por arrastre. El debilitamiento de las rocas, producido por la elevada temperatura propia de un área volcánica, justifica estas condiciones de deformación. De esta forma, todo el conjunto de diques adquirió un buzamiento generalizado al S. Este proceso extensional debió ser inducido por la propia intrusión masiva del complejo filoniano antiguo. Gran número de estructuras distensivas menores y estructuras compresivas locales observables a lo largo del área de afloramiento del Arco podrían estar asociadas a la actividad de la falla principal. Posteriores etapas de intrusión dieron lugar al emplazamiento de los diques, coladas, domos, aglomerados y depósitos volcanosedimentarios de la Serie I media y superior (Fig. 12). El desmoronamiento hacia el N de esta zona de Anaga continúa actualmente; la existencia de gran cantidad de pequeñas fallas normales, por asentamiento (Fig. 13), pequeños deslizamientos, canchales y otros depósitos de avalancha recientes así lo ponen de manifiesto. Estos depósitos poseen un carácter poligénico y dan lugar a importantes acantilados costeros que en algunos puntos de la costa aparecen como terrazas marinas tal y como se puede observar en la zona situada al N del caserío de Benijo.

Procesos comparables al descrito para el área de Taganana se desarrollan actualmente en otras zonas de volcanismo oceánico en el mundo. Uno de los

ejemplos mejor estudiados lo constituye el flanco suroriental del Kilauea en la isla de Hawaii, el cual está destinado a una desaparición progresiva a favor de varios sistemas de fallas («Koaie fault system» e «Hilina fault system») como consecuencia del proceso extensional inducido por la intrusión de diques a lo largo de las zonas del rift suroccidental y oriental del gran escudo volcánico que constituye el Kilauea (Ryan, 1988).

Finalmente, y como resumen general del trabajo, se pueden puntualizar las siguientes conclusiones:

1.- El Arco de Taganana constituye un dominio geográfico muy característico dentro del ámbito de la isla de Tenerife y muy especialmente del macizo de Anaga. Criterios geomorfológicos y volcanoes-



**Figura 11.-** Esquema interpretativo del basculamiento del complejo filoniano antiguo (CFA), como resultado de la actividad de una falla normal que estaría situada al N del actual Arco de Taganana. El área punteada, representa el desarrollo de un campo de deformación en la transición frágil-dúctil, originado por la actividad de dicha falla. Las condiciones de ductilidad se incrementarían en profundidad.

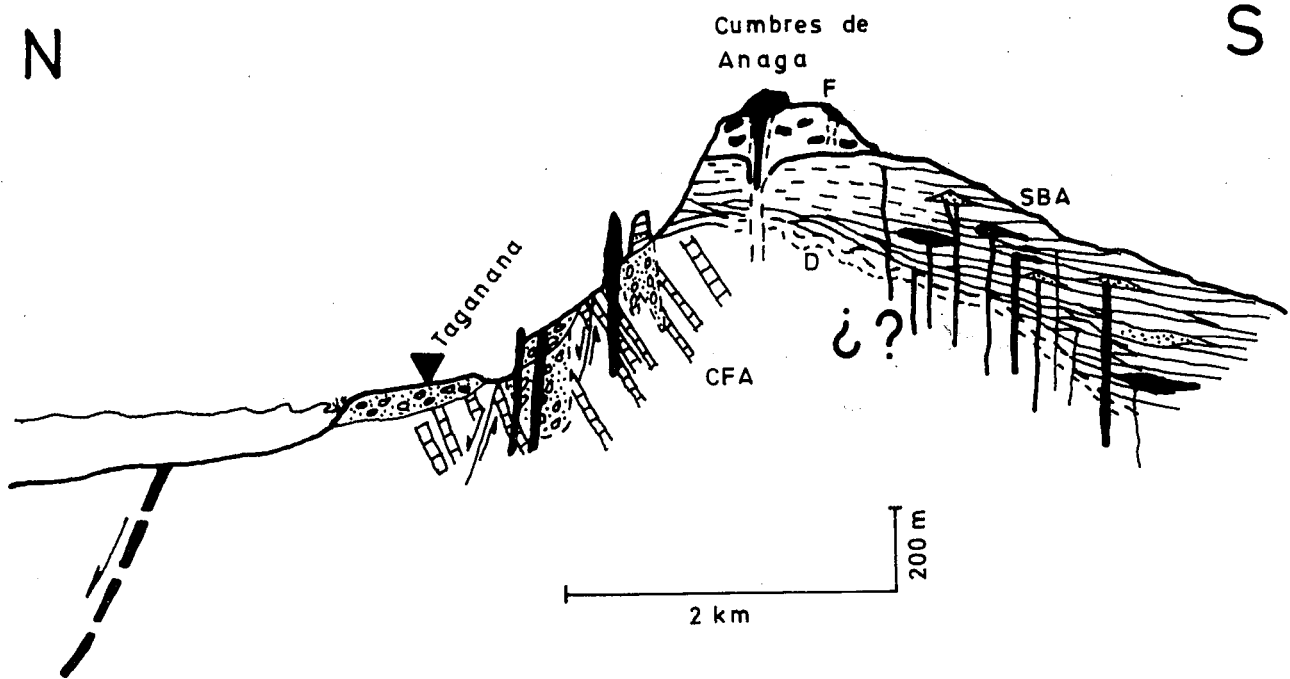


Figura 12.- Corte esquemático N-S del macizo de Anaga. CFA: Complejo filoniano antiguo del Arco de Taganana. D: Discordancia. SBA: Serie basáltica antigua (equivalente a la Serie I media de Ancochea *et al.*, 1990). F: Aglomerado de «Los Frailes».

tratigráficos le confieren una entidad propia.

2.- La unidad más característica del Arco de Taganana está constituida por un denso complejo filoniano antiguo (aproximadamente del Mioceno medio o incluso más antiguo) en el que se llegan a producir intrusiones de dique sobre dique y sobre un material encajante de naturaleza dudosa, pero que en unos puntos tiene aspecto aglomerático y de naturaleza sálica y en otros lugares parece ser un material masivo y de composición basáltica. Esta unidad está equiparada a la Serie I inferior definida en estudios anteriores. No obstante, debido a sus peculiaridades (complejo de diques muy denso, encajante de naturaleza aglomerática en algunos puntos y situación volcanoestratigráfica) se puede pensar que constituya un posible techo de los Complejos Basales.

3.- La unidad suprayacente (de edad Mioceno superior-Plioceno inferior), discordante sobre la unidad anterior o intruyendo a través de ella, es equiparable a las Series I media y superior y está representado por coladas basálticas, depósitos aglomeráticos y volcanosedimentarios, ocupando el entorno periférico del Arco de Taganana y por domos sálicos y diques de composición basáltica a fonolítica (diques recientes) aflorando en diversos puntos a lo largo de toda la extensión del Arco. Los domos sálicos afloran según una disposición subparalela a los límites del mismo.

4.- La forma groseramente arqueada, cóncava al N del Arco de Taganana, evidencia que formaba parte de un edificio volcánico más extenso. Dicho edificio pudo evolucionar como una caldera de la que hoy sólo se

conserva su sector más meridional. La génesis de dicha estructura calderiforme pudo haber sido debida a la combinación de procesos de colapso y deslizamientos gravitacionales dirigidos hacia el N del actual macizo de Anaga. Los mecanismos de activación de la falla propuesta en este trabajo condicionaron, en parte, la evolución de la mencionada caldera.

5.- Del estudio estadístico de los diques, se deducen dos orientaciones predominantes: una, la de



Figura 13.- Fallas normales escalonadas hacia el N (izquierda de la foto), cortando materiales volcanosedimentarios que se apoyan discordantemente sobre el complejo filoniano antiguo. Foto tomada a 500 m del túnel de El Bailadero, por la carretera que une éste con el pueblo de Taganana.

los diques recientes, E-W, ENE-WSW, vertical o subvertical y otra, la del complejo filoniano antiguo, NE-SW con buzamiento de 60°-70° al SE. Estas dos orientaciones sugieren la existencia de una importante fase de actividad tectónica que deformó y basculó los diques del complejo filoniano antiguo, antes de la intrusión y emplazamiento de las Series I media y superior.

6.- Este basculamiento puede relacionarse con la actividad de una falla (no cartografiada), localizada al N de la costa de Taganana. Dicha falla se propagaría a lo largo de un edificio mucho más extenso que el actual arco, afectando a los materiales en niveles profundos, con deformación asociada a la transición frágil-dúctil.

7.- Desplazamientos de componente fundamentalmente normal, a favor de la falla antes citada, acabarían produciendo el colapso de una gran parte del edificio volcánico, con los consiguientes procesos de deformación, fracturación y basculamiento por arrastre, hoy visibles en el Arco de Taganana. La idea de la existencia de un gran edificio volcánico pre-arco ya fue sugerida en estudios previos. Así mismo, la existencia de una plataforma submarina, extendida varios kilómetros al N de Taganana y el gran volumen de depósitos de avalancha submarinos, al N de las costas de Tenerife y puestos de manifiesto por métodos geofísicos, apoyan dicha idea.

8.- Los procesos de erosión, principalmente por avalanchas gravitacionales, han ido afectando posteriormente al resto de los materiales más recientes del Arco. Su desmoronamiento hacia el N continúa activo, tal y como se deduce de la gran cantidad de pequeñas fallas normales, deslizamientos, canchales y otros depósitos de avalancha actuales.

## Bibliografía

- Abdel-Monem, A., Watkins, N.D. y Gast, P.W. (1972): Potassium-Argon ages, volcanic stratigraphy and geomagnetic polarity history of the Canary Islands: Tenerife, La Palma and Hierro. *Am. Jour. Sci.*, 272: 805-825.
- Ancochea, E., Fúster, J.M., Ibarrola, E., Cendrero, A., Coello, J., Hernán, F., Cantagrel, J.M. y Jamond, C. (1990): Volcanic evolution of the island of Tenerife (Canary Islands) in the light of new K-Ar data. *Jour. Volcanol. Geoth. Res.* 44: 231-249.
- Araña, V., Carracedo, J.C., Fúster, J.M. y García Cacho, L. (1979): Mapa Geológico de España E. 1:25.000. Hojas núm. 1096(II)(Tejina) y 1097(III-IV)(Punta de Anaga). Memorias explicativas por V. Araña, J.C. Carracedo, J.M. Carballo, J.M. Fúster, L. García Cacho y M.J. Pellicer, 12p y 13p, respectivamente (1978). *Inst. Geol. Min. España, Madrid*.
- Bravo, T. (1964): Estudio geológico y petroológico de la Isla de La Gomera. *Estudios Geol.* 20: 1-56.
- Bravo, T. y Coello, J. (1978): Aportación a la geología de las Islas Salvajes. En: *Contribución al estudio de la Historia Natural de las Islas Salvajes*, 15-35. *Museo C. Nat. Cabildo Insular de Tenerife*.
- Bravo, T. y Hernández-Pacheco, A. (1980): Islas Canarias. excursión 121 A-C: Tenerife. *26 Congr. Geol. Inter. Paris. Bol. Inst. Geol. Min. España*, 91: 379-390.
- Carracedo, J.C. (1975): Estudio paleomagnético de la Isla de Tenerife. *Tesis, Univ. Compl. Madrid*, 265 p.
- Carracedo, J.C. (1979): Paleomagnetismo e historia volcánica de Tenerife. *Aula de Cultura de Tenerife*, 82 p.
- Cendrero, A. (1971): Estudio geológico y petroológico del Complejo Basal de la Isla de La Gomera (Canarias). *Estudios Geol.* 27: 3-73.
- Doell, R.R. y Dalrymple, G.B. (1973): Potassium-argon ages and paleomagnetism of the Waianae and Koolau Volcanic Series, Oahu, Hawaii. *Geol. Soc. Amer. Bull.* 84: 1217-1242.
- Féraud, G. (1981): Datations des réseaux de dykes et de roches volcaniques sous-marines par les méthodes K-Ar et <sup>40</sup>Ar-<sup>39</sup>Ar. Utilisation des dykes comme marqueurs de paleocontraintes. *Tesis, Univ. Nice*, 146 p.
- Fritsch, K.V. y Reiss, W. (1868): Geologische Beschreibung der Insel Tenerife. *Wurster and Co., Winterthur*. 496 p.
- Fuente Kraus de la, J.V. (1984): Las Extrusiones sálicas del Arco de Taganana (Tenerife). *Tesis de Licenciatura. Univ. Compl., Madrid*, 66 p.
- Fúster, J.M., Araña, V., Brandle, J.L., Navarro, J.M., Alonso, U. y Aparicio, A. (1968): Geología y Volcanología de las Islas Canarias: Tenerife. *Inst. Lucas Mallada, CSIC, Madrid*, 218 p.
- Gagel, C. (1911): Beiträge zur Kenntnis des Insel Selva-gem Grande. *N. Jb. Mineral.*, 31: 386-420.
- García Talavera, F. (1976): Nota sobre el afloramiento de rocas granudas sieníticas en la serie basal de Tenerife (Canarias). *Estudios Geol.* 32: 41-46.
- Hausen, H. (1956): Contributions to the geology of Tenerife. *Soc. Sci. Fennica, Com. Phys-Math.* 18-1, 247 pp.
- Hernán, F., Hernández-Pacheco, A., De la Nuez, J., Cubas, C.R. (1988): Morfología y clasificación de los domos sálicos de las Islas Canarias. *II Congr. Geol. España. Granada. Vol. Simposios*: 349-358.
- Hernández-Pacheco, A., de la Nuez, J., Cubas, C.R., Hernán, F. y Fernández, S. (1990): Los Domos sálicos de Tenerife, Islas Canarias. *Estudios Geol.*, 46: 175-184.
- Jeremine, E. (1950): Contribution a la connaissance lithologique de la Grande Selvagem. *Bull. Inst. Océanogr. Mónaco*, 969: 1-10.
- Jeremine, E. (1951): Contribution a la connaissance lithologique de la Grande Selvagem. *Rev. da Faculdade de Ciencias, 2ª serie, 1, fase 1*: 5-20.
- Joksimovitch, Z.J. (1910): Die Zweite Mediterranans-tuffe von Porto Santo und Salvagem Sonderausdruck *Zeitschr. Deutschen Geol. Gesellschaft*, 62, 1.
- Masson, D.G., Huggett, Q.J., Weaver, P.E., Brunsden, D. y Kidd, R.B. (1992): The Saharan and Canary debris flows, offshore Northwest Africa. *Landslide-News*. 6: 9-13.
- Nuez, J. de la (1984): El Complejo intrusivo subvolcánico de la Caldera de Taburiente, La Palma (Canarias). *Tesis, Univ. Compl. Madrid*, 151/84: 401 p.
- Rodríguez-Losada, J.A. (1988): El Complejo Traquítico-Fonolítico de la isla de La Gomera (Islas Canarias). *Tesis, Univ. Compl. Madrid*, 463/88: 416 p.

- Ryan, M.P. (1988): The mechanics and three-dimensional internal structure of active magmatic systems: Kilauea volcano, Hawaii. *Jour. Geophys. Res.* 93, B5: 4213-4248.
- Walker, G.P.L. (1987): The dyke complex of the Koolau Volcano, Oahu: internal structure of a Hawaiian rift zone: in Decker, R.W., Wright, T.L. and Stauffer, P.H. (eds.), *Volcanism in Hawaii*: U.S. Geol. Surv. Prof. Paper 1350: 961-993.
- Walker, G.P.L. (1988): Three Hawaiian Calderas: an origin through loading by shallow intrusions?. *Jour. Geophys. Res.* 93, B12: 14773-14784.

*Manuscrito recibido el 27 de Marzo de 1995.*

*Aceptado el manuscrito revisado el 24 de Abril de 1996.*